

УДК 539.3 (075)

Г.Ф.СКАЛА, канд. техн. наук, АЛЬ АТЕШ АХМАД

Харьковская национальная академия городского хозяйства

МЕТОДИКА РАСЧЕТА ПРОЛЕТНЫХ СТРОЕНИЙ МОСТОВ ОТКРЫТОГО ПРОФИЛЯ С УСИЛЕНИЯМИ

Рассматривается методика расчёта новой конструкции пролётного строения мостового перехода, выполненного в виде тонкостенного стержня открытого профиля с усилениями с помощью депланационных связей.

Розглядається методика розрахунку нової конструкції пролітної будови мостового переходу, виконаного у вигляді тонкостінного стрижня відкритого профілю з посиленнями за допомогою депланційних зв'язків.

In the work is examined the methodology of the design calculation of bridge span performed as an open profile thin-walled bar with reinforcement with a help of warping connections.

Ключевые слова: пролётное строение, тонкостенный стержень, центр изгиба, депланационные связи.

В настоящее время существует много конструктивных решений пролетных строений мостовых переходов различного назначения.

Традиционные конструктивные решения, как правило, представлены балочными пролетными строениями сплошного или сквозного поперечного сечения с вертикальной осью симметрии [1, 2].

Учитывая, что настоящая работа имеет конкретный практический смысл, предлагается новая конструкция пролётного строения мостовых переходов, предназначенных для прокладки трубопроводов через ущелья в горных районах Сирийской арабской республики. Техническими условиями Сирийской государственной генеральной компании по строительству дорог и мостов оговорены:

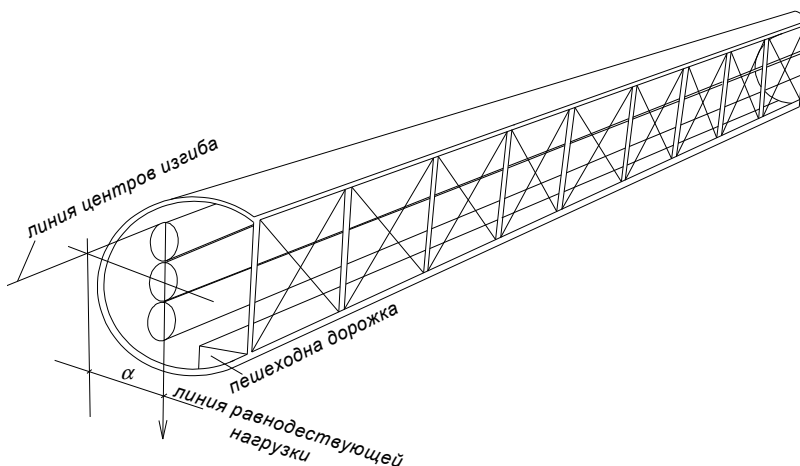
- длины пролетных строений;
- значение полезной нагрузки;
- наличие существенных ветровых нагрузок;
- желательное, естественное освещение размещенного оборудования для осмотров и ремонтов;
- размещение дорожки для пешеходов.

С учётом этих требований принято решение выполнить пролётные строения в виде тонкостенного стержня открытого криволинейного профиля (рисунок). При эксплуатации эти конструкции в общем случае испытывают сложное напряженно-деформированное состояние (НДС).

Здесь имеют место следующие компоненты:

- изгиб в вертикальной плоскости от веса трубопроводов с заполнения-

- ми и собственного веса конструкций;
- изгиб в горизонтальной плоскости от действия ветра;
- внецентренное сжатие (растяжение) в результате действия инерционных сил при неравномерной скорости движения транспортируемого материала;
- кручение, вследствие того, что вертикальные и горизонтальные нагрузки не проходят через центр изгиба.



Конструктивная схема мостового перехода

Общее НДС конструкций исследуемого типа представляет собой сумму упомянутых компонент, поэтому их можно рассматривать в стадии упругих деформаций независимо.

НДС балочных пролетных строений при изгибе как в вертикальной, так и в горизонтальной плоскостях описывается известными зависимостями. Достаточно детально изучено растяжение и сжатие таких конструкций.

Определенную сложность и интерес представляет кручение, имеющее место вследствие того, что равнодействующие поперечные нагрузки не проходят через центр изгиба, а продольные нагрузки приложены в контурных координатах, где $\omega \neq 0$. Это состояние обуславливает наличие деформации сечений, а их стеснение вызывает внутренние уравновешенные бимоменты. Это обстоятельство требует постановки дополнительных усиливающих элементов – деформационных связей.

В подавляющем большинстве опубликованных работ описаны ис-

следования тонкостенных стержней и даны решения с общепринятыми в основополагающих теориях гипотезами и допущениями [3-5].

Учитывая, что конструкции, выполненные в виде тонкостенных стержней открытого профиля (ТСОП) с усилениями представляют достаточно сложную композицию, а для решения практических вопросов желательно иметь строгий, единообразный подход и универсальную, корректную методику расчетов, вводим следующие гипотезы, позволяющие существенно упростить решения:

- материал конструкции является упругим, однородным и изотропным;
- топология конструкции без погрешностей геометрической формы;
- сдвиг срединной поверхности отсутствует;
- профиль жесткий недеформируемый;
- напряженное состояние описывается двумя компонентами напряжений:

$$\sigma = \frac{N}{F} - \frac{M_y}{I_y} x + \frac{M_x}{I_x} y + \frac{B}{I_\omega} \omega;$$

$$\tau = \frac{1}{S} \left[\frac{Q_x}{I_y} sy(s) + \frac{Q_y}{I_x} sx(s) + \frac{H_\omega}{I_x} s\omega(s) \right];$$

- местные напряжения от локальных силовых воздействий затухают быстро и не рассматриваются в общем НДС.

Все основные условия и зависимости приняты в соответствии с теорией тонкостенных упругих стержней В.З.Власова:

- основные функции 1 , $x(s)$, $y(s)$, $\omega(s)$ ортогональны;
- дифференциальная зависимость между основными обобщенными величинами: $N = EF\zeta$; $M_y = EI_y \xi$; $M_x = EI_x \eta$; $B = -EI_\omega \theta$.

Если ТСОП находится под действием нагрузок, вызывающих кручение, и он усилен депланационными связями (планками, диафрагмами и т.п.), то депланации сечений с депланационными связями вызывают деформации последних, изменяя их НДС. Характер и уровень НДС депланационных связей обусловлены такими факторами, как:

- конструкция связи (планка, диафрагма, труба, наклонный элемент и т.п.);
- величина депланации сечения с депланационной связью, которая является функцией текущей координаты Z , величины, характера нагрузки и условий закрепления концов стержня. Кроме того, деформации депланационных связей взаимно влияют друг на друга.

Таким образом задачу можно условно разделить на две:

- определение НДС ТСОП под внешней крутящей нагрузкой и с действующими на него n дискретными бимоментами B_i от n деформационных связей (n – число деформационных связей);
- определение величины бимоментов B_i , от которых сечение с B_i – деформируясь воздействуют на ТСОП.

Первая задача решается аппаратом теории В.З.Власова [6].

Вторая задача является статически неопределимой.

Для ее решения можно использовать метод сил, для чего необходимо принять основную систему, в которой каждая депланационная связь заменена бимоментом, создаваемым этой деформированной депланационной связью. Тогда в системе бимоменты представляют вектор неизвестных. Степень статической неопределимости такой системы равна числу депланационных связей и может быть определена из решения этой системы.

$$A\vec{B} + \vec{O} = 0,$$

где A – матрица коэффициентов метода сил; \vec{B} – вектор бимоментов (неизвестных); \vec{Q} – вектор грузовых коэффициентов.

Решив систему и получив вектор неизвестных бимоментов B , определяются реактивные биомоменты от упругих деформаций депланационных связей.

Подобное решение приводится в работе [7], но там речь идет о других конструктивных решениях (бимоментные связи в виде планок).

В развернутом виде система выглядит так:

$$\left. \begin{aligned} & (\theta'_n + \bar{\theta}'_{11} + \bar{\theta}'_{12} + \dots + \bar{\theta}'_m) B_1 + \bar{\theta}'_{12} B_1 + \dots + \theta'_j B_j + \dots + \theta'_n B_n + \theta'_{q_1} = 0 \\ & \theta'_{21} B_1 + (\bar{\theta}'_{22} + \bar{\theta}'_{21} + \dots + \bar{\theta}'_{2m_2}) B_2 + \theta'_j B_j + \dots + \theta'_n B_n + \theta'_{q_2} = 0 \\ & \dots \\ & \dots \\ & \theta'_i B_1 + \dots + \theta'_2 B_2 + \dots + (\bar{\theta}'_i + \bar{\theta}'_1 + \dots + \bar{\theta}'_{m_i}) B_i + \dots + \theta'_n B_n + \theta'_{q_i} = 0 \\ & \theta'_{n1} B_1 + \dots + \theta'_{ij} B_j + \dots + (\theta'_{in} + \bar{\theta}'_{n1} + \dots + \bar{\theta}'_{nm_n}) B_n + \theta'_{q_n} = 0 \end{aligned} \right\}$$

Смысл каждого уравнения системы сводится к тому, что деформация связи, выраженная депланацией сечения, в котором она установлена, равна сумме деформаций от внешней нагрузки, воздействия каждой связи и ее собственного сопротивления деформации.

На основании изложенного можно сделать вывод о том, что использование предложенной методики позволяет получить решение для ТСОП с депланационными связями любого конструктивного исполнения.

1. Крыльцов Е.И. Современные железобетонные мосты / Е.И. Крыльцов, О.А. Попов, И.С. Файнштейн. – М.: Транспорт, 1974. – 414 с.
2. Колоколов Н.М. Строительство мостов / Н.М. Колоколов, Б.М. Вейнблат. – М.: Транспорт, 1975. – 525 с.
3. Реут В.И. Исследование кручения и устойчивости балок с подкреплениями / В.И. Реут, В.В. Холопцев – М.: Морской транспорт, 1959. – С.14-17. – (Труды ОИИМФ).
4. Реут В.И. Расчет на кручение тонкостенного стержня / В.И. Реут, С.Н. Белкина – К.: Прикладная механика, 1971. – №3. – Т.7. – С.135-139.
5. Реут В.И. Расчет тонкостенных стержней открытого профиля, подкрепленных трубчатыми элементами / В.И. Реут, В.А. Горбунова // Вестник машиностроения. – 1973. – №1. – С.16-19.
6. Власов В.З. Тонкостенные упругие стержни / В.З. Власов. – М.: Физматгиздат, 1959. – 508 с.
7. Скала Г.Ф. Методика расчета напряженно-деформированного состояния главных балок открытого поперечного сечения в мостовых и козловых кранах, усиленных бимоментными связями / Г.Ф. Скала. – Х.: ЦНТИ, 1985. – №85-48. – С.4.

Получено 30.12.2010

УДК 624.074.5

Д.Р.ТХОРИК, В.С.ЖЕЛНОВАЧ

Харьковская национальная академия городского хозяйства

В.А.ШАХМАТОВ

ОАО «Укргидропроект», г.Харьков

ПРИМЕНЕНИЕ ГЕОСИНТЕТИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ БОРЬБЫ С РАСТИТЕЛЬНОСТЬЮ

Дается определение геосинтетических материалов, область применения и их практическое использование.

Наведено визначення геосинтетичних матеріалів, галузь застосування та їх практичне використання.

The article provides a definition of geosynthetic materials, scope, and their practical application.

Ключевые слова: геосинтетические материалы, геотекстиль, дренажные системы, мягкий дренаж, борьба с растительностью.

Геосинтетические материалы в виде геотекстилей начали применять с конца 1960-х годов за рубежом. Начало отечественному опыту применения геосинтетики было положено в середине 70-х годов сначала закупками этих материалов за рубежом, в частности, в Венгрии и Чехословакии, затем – интенсивными научными исследованиями в отраслевых научно-исследовательских институтах.

Актуальность выбранной темы обусловлена негативным влиянием растительности на железнодорожные насыпи, низовые откосы и дренажи водоподпорных гидротехнических сооружений.